

УДК 330.1
ББК 65.053
С 41

Автор-составитель С. В. Кравченко, канд. физ.-мат. наук, доцент

Рецензенты: В. В. Комраков, канд. техн. наук, доцент Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого;
М. А. Грибовская, канд. физ.-мат. наук, доцент Белорусского торгово-экономического университета потребительской кооперации

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации». Протокол № 1 от 14 октября 2014 г.

Ситуационный анализ и моделирование управленческих решений : пособие для реализации содержания образовательных программ высшего образования I ступени / авт.-сост. С. В. Кравченко. – Гомель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2016. – 60 с.

ISBN 978-985-540-268-9

Издание содержит краткие теоретические сведения и задания по экспертным методам, стохастическому программированию и многокритериальным задачам. Они помогут студентам научиться применять математические модели и методы ситуационного анализа при решении управленческих и экономических проблем.

Пособие предназначено для самостоятельной работы студентов специальности 1-26 03 01 «Управление информационными ресурсами» в четвертом семестре.

УДК 330.1
ББК 65.053

ISBN 978-985-540-268-9

© Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2016

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Ситуационный анализ в некотором смысле противоположен стратегическому управлению. Действительно, стратегическое управление идет от глобального представления целей организации и способов их достижения, а ситуационный анализ – от конкретных ситуаций, проблем, возникающих в реальной деятельности, по которым должно быть принято управленческое решение. При этом разрешение конкретных ситуаций должно быть увязано с общими целями организации. Только органическое соединение стратегического управления и ситуационного анализа приводит к наиболее значимым результатам при управлении.

В дисциплине «Ситуационный анализ и моделирование управленческих решений» рассматриваются принципы моделирования, являющегося наиболее эффективным методом анализа социально-экономических ситуаций. Ситуационный анализ позволяет объединить знания из различных сфер математики, экономики и информатики и применить их для разрешения конкретной проблемной ситуации. В связи с этим для изучения указанной дисциплины необходимо знание высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, экономико-математических методов и моделей.

Отдельные темы дисциплины в пособии не рассматриваются ввиду того, что они освещаются в изданных ранее пособиях преподавателей Белорусского торгово-экономического университета потребительской кооперации.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СИТУАЦИОННОГО АНАЛИЗА

1.1. Предмет и назначение ситуационного анализа

Ситуационный подход – это методология исследования природы и причинности проблем, вызванных конкретными условиями и обстоятельствами, сложившимися в управлении организацией.

В основе ситуационного подхода лежит ситуационный анализ. *Ситуационный анализ* – это комплексные технологии подготовки, принятия и реализации управленческих решений, в основе которых лежит анализ отдельно взятой управленческой ситуации. Это анализ текущего состояния организации по системно увязанным направлениям ее деятельности. Ситуационный анализ рассматривается как экспресс-анализ деятельности организации в ее отношениях с внешней средой и как инструментарий для обоснования изменений в управлении организацией. Типичными проблемами ситуативного характера являются, например, международные конфликты и кризисы, стихийные бедствия.

Ситуация – это сочетание внутренних и внешних факторов, обстоятельств, условий, активных и пассивных действующих сил, требующих принятия соответствующих стратегических и важных тактических решений, определяющих деятельность организации, а также обеспечивающих предупреждение кризисных явлений. Предполагается, что ситуация развивается в соответствии с определенными закономерностями под действием некоторых механизмов и событий, происходящих вне организации.

Ситуация – совокупность обстоятельств (условий), возникающих под влиянием внутренних и внешних воздействий, которые нарушают заданное функционирование системы, требуют перевода ее в новое состояние.

Ситуации классифицируются следующим образом:

- *по масштабу действий*: общесистемные, возникающие в подсистемах и элементах системы;
- *по причинам возникновения*: сохранения функционирования объекта, появления новой цели, искусственно создаваемые трудности (например, конкурентами), случайные обстоятельства;
- *по содержанию*: производственные, экономические, психологические, организационные, социальные;
- *по оценке субъекта управления*: удовлетворительные, неудовлетворительные, проблемные;
- *по степени структуризации*: хорошо структурированные, трудно поддающиеся анализу;

- *по степени сложности*: простые, сложные;
- *по временному признаку*: кратковременные, долгосрочные.

Ситуации могут требовать кратковременных, долговременных, глобальных, частичных, комплексных программ действий или разовых мер.

Ситуационный подход предполагает, что в деятельности организаций, особенно родственного профиля, есть много общего.

1.2. Ситуационное управление

Ситуационное управление (от лат. *situatio* – положение) – оперативное управление, осуществляемое в дополнение к стратегическому, перспективному. Ситуационное управление заключается в принятии управленческих решений по мере возникновения проблем в соответствии со складывающейся экономической ситуацией.

Ситуационные теории, не отрицая правильности концепций предыдущих школ и подходов и во многом опираясь на их достижения, пытаются интегрировать различные частные подходы к управлению. В результате их развития стало возможным сформулировать *концепцию ситуационного управления*, основные положения которой сводятся к следующему:

- Не существует какого-то универсального подхода к управлению. Различные проблемные ситуации требуют различных подходов к их разрешению.
- Ситуационные вероятностные факторы учитываются в стратегиях, структурах и процессах, в результате чего достигается эффективное принятие решений.
- Существует более одного пути достижения цели.
- Результаты одних и тех же управленческих решений могут сильно отличаться друг от друга.
- Всякая управленческая проблема должна рассматриваться только в тесной связи с другими проблемами. При принятии решения в отношении какого-либо объекта управления необходимо рассматривать влияние этого решения и на другие объекты. Осуществляя управленческие действия, необходимо исходить из того, в какой ситуации они принимаются.
- Менеджеры могут приспосабливать свои организации к ситуации или изменять ситуацию согласно требованию организации.
- Управление – это искусство менеджера правильно определить и оценить ситуацию и выбрать наиболее эффективные методы управления, наилучшим образом отвечающие возникшей ситуации.

Каждую ситуацию можно разделить на отдельные элементы по степени их влияния на достижение основных целей и задач организации. Эти элементы бывают переменными и постоянными. К существенным элементам ситуации относятся:

- состояние выполнения намеченного плана, программы в настоящее время или за прошлый период;
- потенциал кадров, производительность труда;
- состояние материально-технической базы, ее возможные изменения;
- цели и задачи управления на конкретном участке, их перспектива;
- соотношение между материальными ресурсами (объем, структура, ограничения, условия увеличения) и поставленными целями и задачами, резервы и условия их выявления;
- масштабы оперативного простора, возможность его четкого фиксирования и вероятных изменений;
- основные факторы регулирования (поведение, организация);
- временные условия (сроки, ход производственного процесса) и другие ограничения, которые нужно учитывать при выполнении задачи;
- условия окружающей среды и качество взаимоотношений с ней;
- внутренний и внешний рынок покупателей и поставщиков, инфраструктура в месте расположения организации;
- материальные, моральные стимулы и их эффективность;
- работоспособность менеджеров;
- положение руководителя (престиж, авторитет), его объективные позиции.

Ситуационные теории управления дают рекомендации относительно того, как следует управлять в конкретных ситуациях. Решающее значение для успешного разрешения ситуации имеет правильная ее оценка. Можно достаточно полно охарактеризовать сложившуюся ситуацию, ответив на семь вопросов: кто (субъект), что (объект), чем (средство), почему (цель), как (способ), когда (время), где (место). Эти вопросы предложил еще Цицерон.

При этом процесс управления должен состоять из следующих обязательных шагов, которые должны быть осуществлены менеджером для того, чтобы добиться эффективного управления в каждой конкретной ситуации:

- получение необходимых знаний;
- определение и анализ ситуации;
- выбор подхода и методов управления;
- оценка вероятных последствий управления;
- создание необходимых условий;
- проведение изменений.

Применение ситуационных теорий в управлении предполагает учет при выработке и принятии решений ограничивающих или сдерживающих факторов, существующих в самой организации. В рамках этих теорий выделяют три основных типа ограничений: технологические, человеческие и ограничения в постановке задачи.

Выделяют следующие *этапы* при проведении *ситуационного анализа*:

- подготовку к ситуационному анализу;
- анализ информации;
- анализ ситуации;
- разработку сценариев возможного развития ситуации;
- оценку ситуации;
- обработку данных и оценку результатов экспертизы;
- подготовку аналитических материалов по результатам ситуационного анализа.

1.3. Классификация методов и моделей системного анализа ситуаций

К методам формализованного представления ситуации относятся:

- *аналитические*, к которым в рассматриваемой классификации отнесены методы классической математики, включая интегро-дифференциальное исчисление, методы поиска экстремумов функций, вариационное исчисление, методы математического программирования; первые работы по теории игр и т. п.;

- *статистические*, включающие теоретические разделы математики (теорию вероятностей, математическую статистику) и направления прикладной математики, использующие стохастические представления (теорию массового обслуживания, методы статистических испытаний, основанные на методе Монте-Карло, методы выдвижения и проверки статистических гипотез А. Вальда и другие методы статистического имитационного моделирования);

- *теоретико-множественные, логические, лингвистические, семиотические представления* (методы дискретной математики), составляющие теоретическую основу разработки языков моделирования, автоматизации проектирования, информационно-поисковых языков;

- *графические*, включающие теорию графов, геометрию и разные способы графического представления информации (диаграммы, гистограммы и другие графики).

К методам, направленным на активизацию использования интуиции и опыта специалистов, относятся методы типа «мозговой атаки»

или коллективной генерации идей и другие методы выработки коллективных решений, методы типа «сценариев», Дельфи-метод, метод «дерева целей», морфологический подход, метод решающих матриц и другие методы организации сложных экспертиз.

1.4. Основные типы шкал измерения, применяемые при оценке сложных ситуаций

Результаты эксперимента фиксируются (регистрируются) с помощью измерений. В основе измерения, или оценки, лежит процесс сопоставления значений качественных или количественных характеристик исследуемой системы значениям соответствующих шкал.

Необходимая информация об исследуемой системе есть следствие двух факторов: результата измерений и результата преобразований (обработки) экспериментальных данных.

Будем рассматривать такие объекты, о любых двух состояниях которых можно сказать, различимы они или нет, и только такие алгоритмы измерения, которые различным состояниям ставят в соответствие разные обозначения, а неразличимым состояниям – одинаковые.

1.4.1. Шкалы наименований (номинальная и классификационная)

Предположим, что число различимых состояний конечно. Каждому такому состоянию поставим в соответствие обозначение, отличное от обозначений других классов. Измерение состоит в том, чтобы определить принадлежность результата эксперимента к тому или иному состоянию, а затем записывают символ, обозначающий данное состояние. Естественнее использовать шкалу наименований, когда классифицируются дискретные по своей природе явления.

Для обозначения разных состояний могут использоваться различные символы, слова (географические названия, собственные имена людей), номера (регистрационные номера автомобилей, документов, номера на майках спортсменов), значки (гербы и флаги государств, эмблемы родов войск), цвета и т. д. При большом числе состояний удобны иерархические обозначения (например, адрес: страна, область, населенный пункт, улица и т. д.).

Обозначения состояний в шкале наименований представляют собой лишь символы, даже если используются цифры. Поэтому при обработке данных шкалы с ними недопустимы операции типа сравнения или какие-либо арифметические операции.

С математической точки зрения состояние объекта и их обозначения в шкале наименований должны удовлетворять следующим *аксиомам эквивалентности*:

- рефлексивности ($A = A$);
- симметричности (если $A = B$, то $B = A$);
- транзитивности (если $A = B$ и $B = C$, то $A = C$).

При обработке экспериментальных данных, зафиксированных в шкале наименований, можно выполнять только операцию проверки на их совпадение или несовпадение. Изобразим эту операцию с помощью символа Кронекера:

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & x_i = x_j, \\ 0, & x_i \neq x_j, \end{cases}$$

где x_i и x_j – записи разных измерений.

С результатами этой операции (проверки на их совпадение или несовпадение) можно выполнять следующие более сложные преобразования:

- считать количество совпадений ($n_k = \sum_{j=1}^n \delta_{kj}$, где n – общее число

наблюдений);

- вычислять относительные частоты состояний ($p_k = n_k : n$);
- сравнивать частоты между собой;
- находить средние тенденции по модальной частоте;
- устанавливать взаимосвязи между рядами свойств с помощью

таблицы сопряженности (таблица 1).

Таблица 1 – **Общая таблица сопряженности**

| Значение признака | 0 | 1 | Итог |
|-------------------|---------|---------|-----------------|
| 0 | a | b | $a + b$ |
| 1 | c | d | $c + d$ |
| Итог | $a + c$ | $b + d$ | $a + b + c + d$ |

Степень взаимосвязи между двумя признаками определяется с помощью коэффициента Пирсона:

$$\varphi = \frac{bc - ad}{\sqrt{(a + c)(b + d)(a + b)(c + d)}}.$$

Коэффициент Пирсона может принимать значения от -1 до $+1$. При этом значение -1 он будет принимать только тогда, когда $b = c = 0$, а значение $+1$, только когда $a = d = 0$.

Если измеряемый признак состояния дает возможность сравнивать разные состояния, то для измерений можно выбрать более сильную шкалу – порядковую.

1.4.2. Порядковые шкалы (ранговые)

Кроме проверки на совпадение или несовпадение состояний порядковая шкала позволяет их сравнивать, т. е. больше-меньше, больше или равно – меньше или равно, в результате чего возможно установление приоритетов. Отношение порядка не задает «дистанции» между сравниваемыми классами. Если в шкале наименований было безразлично, в каком порядке мы расположим классификационные градации шкалы, то в порядковой шкале они образуют последовательность от градации «самое малое значение» к градации «самое большое значение» (или наоборот).

Иногда число градаций в шкале задается заранее, и эксперимент лишь определяет, к какому из упорядоченных классов относится наблюдаемый признак (сила землетрясения, воинское звание и др.). В других случаях эталонные классы отсутствуют, а упорядочение проводится непосредственным парным сравнением самих изучаемых объектов (выстраивание в шеренгу по росту, определение мест в результате спортивного соревнования и т. д.).

Даже если экспериментальные данные представлены цифрами, их нельзя рассматривать как числа. Над ними нельзя производить арифметические операции. При обработке данных, измеренных в порядковой шкале, можно вычислять ранг и производить те же преобразования, что и в случае номинальной шкалы.

Для порядковой шкалы, кроме трех аксиом эквивалентности, результаты измерений должны удовлетворять еще двум *аксиомам упорядоченности*:

- если $A \neq B$, то либо $A > B$ либо $A < B$;
- если $A > B$ и $B > C$, то $A > C$.

Использование порядковой шкалы позволяет присваивать ранги объектам по какому-либо признаку. Первый ранг получает объект с самой большей степенью выраженности какого-либо качества или наоборот.

У порядковой шкалы данных можно рассчитать медиану. Медиана, по сути, делит ранжированный ряд пополам. Можно разбивать всю выборку на части в любой пропорции и находить выборочные квантили уровня p ($0 < p < 1$).

Так как оценки каждого из показателей упорядочены, то можно анализировать, насколько эти порядки, например двух показателей, совпадают или отличаются друг от друга. Тем самым можно говорить о взаимосвязанности факторов. Эти процедуры осуществляются с помощью вычисления корреляции рангов методом Спирмена или Кендалла. Эти ранговые корреляции показывают наличие или отсутствие связей в двух рядах признаков, измеренных упорядоченными шкалами.

Если проранжированные показатели свойств X_i и Y_i i -го объекта имеют один и тот же диапазон рангов от 1 до n , то коэффициент ранговой корреляции Спирмена будет вычисляться по формуле

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n(n^2 - 1)}.$$

Если этот коэффициент по модулю близок к единице, то говорят о сильной линейной взаимосвязи между этими показателями, если он близок по модулю к нулю, то это свидетельствует об отсутствии линейной взаимосвязи.

Если имеются «связанные ранги», то применяется коэффициент ранговой корреляции Кендалла:

$$\tau = \frac{4P}{n(n-1)} - 1,$$

где P – число совпадений для пар рангов.

1.4.3. Шкала интервалов

Эта шкала применяется, если упорядочивание объектов можно выполнить точно. Все расстояния выражаются в произвольных единицах, одинаковых по всей длине шкалы. Это означает, что объективно равные интервалы измеряются одинаковыми по длине отрезками шкалы, где бы они не располагались. В шкале интервалов можно ввести систему координат, т. е. выбрать начало отсчета и единичный интервал (причем произвольным образом). Примерами величин, измеряемых в интервальных шкалах, являются время, температура, высота местности. Наиболее распространенный пример использования интервальной шкалы – психологические тесты личности (установок и способностей).

В этой шкале над интервалами можно выполнять арифметические операции. Числа в интервальной шкале можно складывать друг с другом или вычитать, находить средние арифметические или средние взвешенные.

Для вычисления степени взаимосвязи между показателями, измеренными в шкале интервалов, используют коэффициент корреляции Пирсона. Если два ряда значений Y_i и X_i имеют однозначное функциональное соответствие, то

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(X_i - \bar{X})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}.$$

Если модуль этого коэффициента стремится к единице, то это свидетельствует о том, что взаимосвязь между переменными может иметь линейный характер. Если же модуль этого коэффициента стремится к нулю, то взаимосвязь при условии ее существования имеет сложный нелинейный характер.

1.4.4. Шкалы отношений

Шкалы отношений – это подмножество шкал интервалов с фиксированным нулевым значением, т. е. с фиксированной точкой отсчета, хотя остается свобода в выборе единиц. Переход от одной шкалы отношений к другой эквивалентной ей шкале осуществляется с помощью растяжения, т. е. изменения масштаба измерений.

Измерения в шкале отношений являются «полноправными» числами, с ними можно выполнять любые арифметические действия.

Примерами величин, природа которых соответствует шкале отношений, являются длина, вес, электрическое сопротивление, деньги.

В математическом смысле шкала отношений кроме аксиом упорядоченности должна удовлетворять и *аксиомам аддитивности*:

- если $A = P$ и $B > 0$, то $A + B > P$;
- $A + B = B + A$;
- если $A = P$ и $B = Q$, то $A + B = P + Q$;
- $(A + B) + C = A + (B + C)$.

1.4.5. Абсолютная шкала

Это шкала, которая имеет абсолютный нуль и абсолютную единицу. Такими качествами обладает числовая ось. Над показаниями аб-

солютной шкалы можно выполнять такие операции, которые недопустимы для показаний других шкал: употреблять их в качестве показателя степени и аргумента логарифма. Числовая ось используется как измерительная шкала в явной форме при счете предметов и как вспомогательное средство во всех остальных шкалах.

1.4.6. Выбор шкалы

Чем сильнее шкала, в которой производятся измерения, тем больше сведений об изучаемом объекте, явлении, процессе дают измерения. Для определения, в шкале какого типа зафиксированы результаты измерений, нужно выяснить, имеет ли измеряемая характеристика описание, порядок, расстояние, начальную точку, фиксированную единицу.

Иногда исследователи усиливают шкалы. Типичным случаем является «оцифровка» качественных шкал: классам в номинальной или порядковой шкале присваиваются номера, с которыми дальше «работают» как с числами. Если в этой обработке не выходить за пределы допустимых преобразований, то «оцифровка» – это просто перекодировка в более удобную (например, для ЭВМ) форму. Однако применение других операций сопряжено с заблуждениями и ошибками, так как свойства, навязываемые подобным образом, на самом деле не имеют места.

1.5. Основные этапы формализации процессов принятия решений

Место решения в процессе управления представлено на рисунке 1.

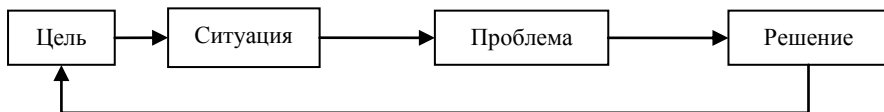


Рисунок 1 – Схема процесса управления

Проблема в процессах управления – это противоречие цели и ситуации. Разрешение проблемы определяет изменение ситуации в направлении принятой цели. *Ситуация* – состояние объекта управления относительно выбранной цели. *Цель* – желаемое состояние объекта управления.

Исходными моментами управленческого процесса являются цель и отклонение, т. е. проблема. Задача управления состоит в устранении

этого отклонения через принятие управленческого решения, которое определяется как нахождение связей между существующим состоянием объекта управления (ситуацией) и желаемым (целью).

Управление описывается взаимосвязью «цель-решение», которая не является однозначной из-за большого числа путей, ведущих к одной и той же цели.

Основными *этапами разработки управленческих решений* являются:

1. Получение информации о ситуации.
2. Определение целей.
3. Разработка оценочной экспертизы.
4. Анализ ситуации.
5. Диагностика ситуации.
6. Разработка прогноза развития ситуации.
7. Генерирование альтернативных вариантов решений.
8. Отбор основных вариантов управленческих воздействий.
9. Разработка сценариев развития ситуации.
10. Экспертная оценка основных вариантов управленческих воздействий.
11. Коллективная экспертная оценка.
12. Принятие решения менеджером.
13. Разработка плана действий.
14. Контроль реализации плана.
15. Анализ результатов развития ситуации после управленческих воздействий.

Этапы 1–6 составляют фазу подготовки к разработке управленческого решения, этапы 7–10 – фазу разработки управленческого решения, этапы 11–15 – фазу принятия решения, реализации, анализа результата.

Задания

Задание 1. Укажите, какие типы шкал представлены в каждом из пунктов:

1. Уровень интеллекта – объекты:
 - высокий уровень интеллекта – Алексеев;
 - средний уровень интеллекта – Сергеев;
 - низкий уровень интеллекта – Леонидов.
2. Объекты – пол:
 - Иванов – мужской;
 - Петров – мужской;
 - Кузнецова – женский;

- Степанова – женский;
 - Сидоров – мужской.
3. Семейное положение – объекты:
- женат (замужем) – Иванов, Иванова, Кузнецов, Петров;
 - холост (не замужем) – Миронов, Алексеев, Сергеева;
 - разведен (разведена) – Сергеев, Леонидов.
4. Объект – рост:
- Сергеев – 1,80 м;
 - Алексеев – 1,60 м;
 - Леонидов – 1,74 м.
5. Из названных городов севернее расположен:
- Псков;
 - Нижний Новгород;
 - Волгоград;
 - Новосибирск;
 - Красноярск.
6. Противоположностью значения слова «великодушный» является:
- расточительный;
 - упрямый;
 - малодушный;
 - скупой;
 - щедрый.
7. Вы предпочитаете проводить досуг:
- с товарищами и приятелями;
 - на лоне природы;
 - занимаясь спортом;
 - в кругу семьи.
8. У вас бывает, что вы никак не можете принять какое-то окончательное решение и упускаете возможность сделать что-то своевременно? Выберите вариант ответа:
- полностью согласны;
 - пожалуй, можете согласиться;
 - не уверены;
 - скорее не согласны;
 - совершенно не согласны.
9. Описание качества жилищных условий: плохое, удовлетворительное, хорошее, очень хорошее.
10. Знания студента российского университета оцениваются по следующей шкале: 5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно. Эти оценки записываются в зачетку и ведомость.

11. Отношение потребителей к некоторому товару (в баллах):

- совершенно не удовлетворены (–2);
- скорее не удовлетворены, чем удовлетворены (–1);
- затрудняйтесь ответить (0);
- скорее удовлетворены, чем не удовлетворены (+1);
- полностью удовлетворены (+2).

12. Журнал «Фортуна» приводит список наиболее успешных компаний мира.

13. Студенты, оценивая преподавателя, могут учитывать, например, такие свойства, как внешний вид, знание материала, умение доходчиво преподнести материал лекции и т. д.

14. Классификация специальностей высшего образования (например, 1-26 03 01 «Управление информационными ресурсами»).

15. Результат сдачи зачета (сдал, не сдал, не явился, не допущен).

16. Курс студента (год обучения).

17. Сила ветра (штиль, слабый ветер, умеренный ветер и т. д.).

18. Сортность товаров в торговле.

19. Шкала твердости минералов была предложена в 1811 г. немецким ученым Ф. Моосом. До сих пор она распространена в полевой геологической работе. Для определения относительной твердости методом царапания был взят набор из 10 эталонных минералов. За 1 принят тальк, за 2 – гипс, за 3 – кальцит, за 10 – алмаз. Любому минералу однозначно может быть приписана определенная твердость. Если исследуемый минерал царапает, допустим, кварц (7), но не царапает топаз (8), то соответственно его твердость будет равна 7.

Задание 2. Пусть в каком-то классе 14 детей не имеют братьев и сестер, 11 детей имеют брата или сестру, 5 детей – двух, 3 ребенка – трех и 1 ребенок – четырех братьев и сестер. Определите модальную группу. Рассчитайте частоты групп.

Задание 3. Проранжируйте выборку по правилу «большему значению – меньший ранг»: {111, 104, 115, 107, 95, 104, 104}.

Задание 4. Проранжируйте выборку по правилу «меньшему значению – меньший ранг»: {20, 25, 8, 7, 20, 14, 27}.

Задание 5. Результаты исследований политических предпочтений избирательного округа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – **Политические предпочтения избирателей**

| | | | | |
|-----------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Политическая ориентация | Левые | Центристы | Правые | Нейтральные |
| Количество человек в группе | 1 872 | 844 | 490 | 501 |

Определите, какая использована шкала. Проведите возможную статистическую обработку.

Задание 6. Рассчитайте коэффициент Пирсона на основании таблицы 3 и определите, есть ли связь между признаками.

Таблица 3 – **Исходные данные, чел.**

| | | | |
|--------------------|-------------|-------------|------|
| Признак | Мужской пол | Женский пол | Итог |
| Состоит в браке | 34 | 66 | 100 |
| Не состоит в браке | 88 | 62 | 150 |
| Итог | 122 | 128 | 250 |

Задание 7. В таблице 4 приведен пример результатов ранжирования десяти товаров по нескольким показателям.

Таблица 4 – **Характеристики товаров**

| Показатели | Товар | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|---|---|---|---|----|---|---|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Качество | 2 | 1 | 4 | 7 | 3 | 8 | 5 | 9 | 6 | 10 |
| Цена | 8 | 2 | 1 | 9 | 6 | 10 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| Упаковка | 3 | 1 | 4 | 6 | 8 | 9 | 5 | 2 | 7 | 10 |
| Гарантийное обслуживание | 5 | 1 | 4 | 9 | 3 | 10 | 2 | 7 | 6 | 8 |
| Престижность | 5 | 2 | 3 | 7 | 4 | 8 | 1 | 6 | 10 | 9 |

Определите, насколько, по мнению потребителей, взаимосвязаны качество товара и его престижность.

Задание 8. Разработчикам посудомоечных машин необходимы сведения о форме и размерах посуды, которая должна загружаться в машину.

Выполните следующее:

- Сформулируйте вопросы, на которые результаты измерений должны давать ответ.

- Определите допустимую погрешность и приемлемую стоимость измерения.
- Выберите соответствующую шкалу измерения.
- Разработайте методику измерений, соответствующую изложенной выше.

2. МЕТОДЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА АКТИВИЗАЦИЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТУИЦИИ И ОПЫТА СПЕЦИАЛИСТОВ

2.1. Экспертные методы в сложных задачах принятия решений

Экспертные методы применяются в тех случаях, когда ситуация полностью или частично не поддается формализации и не может быть решена известными математическими методами. Решение проблемы в этом случае сводится к проведению экспертизы. Экспертиза представляет собой исследование сложных специальных вопросов на стадии выработки управленческого решения лицами, обладающими специальными знаниями, опытом, в целях получения выводов, мнений, рекомендаций, оценок.

По количеству лиц, принимающих решение, выделяют следующие задачи:

- задачи *индивидуального выбора*, когда решение формирует и принимает один человек, наделенный полномочиями и ресурсами для принятия решений в соответствующей сфере и на соответствующем этапе процесса управления;
- задачи *группового выбора*, когда в решении задачи участвуют несколько экспертов.

Процедура проведения экспертного опроса и оценки мнений проводится в несколько этапов:

- Отбор и формирование экспертной группы, т. е. отбор группы экспертов. Количество экспертов в группе – 5–15 чел. (оптимальный вариант).
- Проведение опроса. Для этого нужно задать процедуру оценивания, указать тип шкалы, по которой будут оцениваться объекты и их параметры. Процедура оценивания обычно проводится в виде интервью, анкетирования или дискуссии.
- Обработка данных – данные сводятся в специальные таблицы как отдельно по каждому эксперту, так и по всей группе в целом. Обработка данных может быть количественной (статистической) и каче-

ственной. При этом оцениваются как сами эксперты, так и проблемная ситуация. На основе личных оценок каждого эксперта вычисляются групповые, которые дополнительно оцениваются на достоверность

(с помощью коэффициента конкордации).

- Формирование решений с использованием различных стратегий принятия решений и принципов согласованности мнений экспертов.

Индивидуальные экспертные оценки применяются для следующих целей:

- обобщения результатов, представленных другими экспертами;
- выдачи заключения о работе других экспертов или организации (отзыв, рецензия, экспертиза);
- прогнозирования развития проблемных ситуаций и оценки их значимости в текущем периоде.

К числу *групповых экспертных оценок* относят:

- Открытое обсуждение вопросов с последующим голосованием. Это наиболее простая и широко используемая форма выработки групповой оценки. Усиленных требований к членам экспертной группы не предъявляется, так как используются простые способы голосования. К недостаткам открытого обсуждения относятся взаимное влияние суждений экспертов и нежелание их отказываться от мнений, высказанных ранее публично.

- Закрытое обсуждение (без прямого контакта его участников при сохранении анонимности их мнений) с последующим заполнением анкет экспертного опроса (закрытое голосование). Обычно используется при подготовке важных ответственных прогнозных решений. Недостатками закрытого обсуждения считаются отсутствие деловой дискуссии; усложнение обратной связи из-за неточности формулировок, недоразумений, ошибок; трудности или ошибки в понимании причин высказанного мнения и неясности по поводу его источников. Эти недостатки можно уменьшить путем сочетания устной и письменной форм опросов. Закрытое обсуждение проводят либо в один тур (однократное заполнение анкет), либо в несколько туров, в этом случае часто используют метод Дельфи.

- Свободные высказывания без обсуждения и голосования.

- Совместную выработку синтетических решений как композицию разных частей решения, сформулированных разными экспертами. Наиболее часто применяются метод мозгового штурма и «дерево решений».

2.2. Процедура экспертного оценивания

Процедура групповой экспертной оценки включает следующие этапы:

1. *Определение целей экспертного опроса.* Готовится документ, в котором сформулированы цель экспертизы, основные положения по ее достижению, сроки проведения, задачи, права и обязанности группы организаторов экспертизы и самих экспертов, финансовая и материальная базы работ по экспертной деятельности. Для подготовки этого документа и руководства всей работой назначается руководитель экспертизы.

2. *Формирование организационной группы для проведения экспертизы и подбор экспертов для решения проблемы.*

Экспертную группу подбирают в следующем порядке:

- уясняют решаемую проблему;
- определяют круг областей деятельности, связанных с проблемой;
- определяют долевого состав экспертов по каждой области деятельности;
- определяют количество экспертов в группе;
- составляют предварительный список экспертов с учетом их местонахождения;
- анализируют качество экспертов и уточняют список экспертов в группе;
- получают согласие экспертов на участие в работе;
- составляют окончательный список экспертной группы.

После определения численности группы экспертов переходят к оценке компетентности потенциальных экспертов. Компетентность экспертов характеризуется их квалификацией, стажем работы в данной сфере, опытом, трудовым стажем и др. Компетентность потенциальных экспертов определяют методом взаимооценки или методом самооценки. Метод самооценки предполагает наличие анкет, на вопросы которых потенциальному эксперту предстоит дать самостоятельные ответы. Каждый ответ на вопрос получает определенный весовой коэффициент, соответствующий, с одной стороны, значимости оцениваемого показателя, а с другой – варианту ответа эксперта на данный вопрос. Конкретные числовые значения весовых коэффициентов определяются рабочей группой и не сообщаются потенциальным экспертам.

Из общего числа потенциальных экспертов в состав экспертной группы вводится необходимое количество экспертов с наиболее вы-

сокими коэффициентами компетентности.

3. *Формирование вопросов к экспертам.* Если экспертиза проводится письменно, то разрабатываются анкеты для экспертов. Если экспертиза проводится устно, то формулируются вопросы и темы для обсуждения экспертами. Экспертам различных проблемных групп и различной специализации могут быть заданы разные вопросы.

4. *Разработка принципов группового согласования, т. е. правил определения суммарных оценок на основе оценок отдельных экспертов.* Определяют задачи и сроки обработки, процедуры и алгоритмы обработки полученных оценок, силы и средства для непосредственного проведения процедуры обработки данных экспертизы.

5. *Работа с экспертами.*

6. *Анализ и обработка экспертных оценок.* При прогнозировании методами коллективных экспертных оценок важно установить среднюю оценку экспертной группы, принимаемую в качестве результата экспертного опроса, оценить, из каких индивидуальных оценок экспертов складывается результирующая величина, достаточно ли согласованы оценки, не является ли результат экспертизы усреднением диаметрально противоположных мнений.

Способ поиска ответов на эти вопросы зависит от характера оценок, полученных от экспертов, который может быть количественным (прогнозируемая величина оценена в количественной шкале) или качественным (в качественной шкале).

Количественные оценки, полученные от экспертов, можно рассматривать как значения некоторой случайной величины (признака). Упорядочив количественные оценки по возрастанию или убыванию, получают так называемый вариационный ряд экспертных оценок. Поэтому для анализа разброса и согласованности оценок применяются обобщенные статистические характеристики (средние), характеристики положения и меры разброса.

Если прогнозируемую величину не удастся оценить в количественной шкале, ее оценивают в качественной шкале. Полученные в этом случае качественные оценки могут представлять собой результаты ранжирования, непосредственной оценки, парных сравнений (предпочтений) объектов относительно степени выраженности, наличия у них оцениваемой величины (признака).

7. *Оформление результатов решения.* Результаты решения обычно оформляются в виде экспертного заключения, в котором фиксируется ход исследования проблемы, обоснование методики, формирование альтернатив, процесс проведения экспертизы и ее итоги.

2.3. Метод Дельфи

Метод получил название от древнегреческого города Дельфи, который прославился своим оракулом. Метод был разработан и применен впервые в США в 1964 г. сотрудниками научно-исследовательской корпорации РЭНД (от Research and Development) О. Хелмером и Т. Гордоном.

Суть метода заключается в последовательном анкетировании экспертов, что заменяет открытое высказывание мнений. Используется серия анкет, в каждой из которых содержится информация и мнения, полученные на предыдущем этапе анкетирования (рисунок 2).

В основу метода положены три принципа:

- анонимность (индивидуальный опрос каждого эксперта; члены экспертной группы не известны друг другу, их взаимодействие при заполнении анкет полностью исключается);
- обратная связь, так как после каждого промежуточного тура до участников экспертизы доводятся усредненные статистические данные;
- групповой ответ, который формируется с помощью статистических методов.

Экспертизу проводят по следующей методике:

- Вопросы в анкетах сводятся к количественной оценке, т. е. могут быть вопросы, касающиеся времени наступления некоторых событий (например, когда будет создано средство от рака), количественных значений прогнозируемых характеристик, вероятностей наступления некоторых событий (например, какова вероятность успешной посадки человека на Марс в 2015 г.) или влияния отдельных факторов на исследуемую систему; не разрешается использование вопросов, требующих содержательного ответа.
- Опрос экспертов проводится в несколько этапов, на каждом последующем этапе вопросы и ответы все более уточняются.
- Эксперты, оценки и мнения которых отклоняются от мнения большинства, обосновывают их.
- После каждого этапа всех опрашиваемых экспертов знакомят с результатами опроса.
- Статистическая обработка ответов производится последовательно, от этапа к этапу, для получения обобщающих характеристик. Для оценки согласованности мнений экспертов по всем оцениваемым объектам используют коэффициент конкордации.

Анкета, предоставляемая экспертам в первом туре, содержит только общую формулировку задания экспертизы. На основании запол-

ненных анкет первого тура разрабатывается вторая опросная анкета.

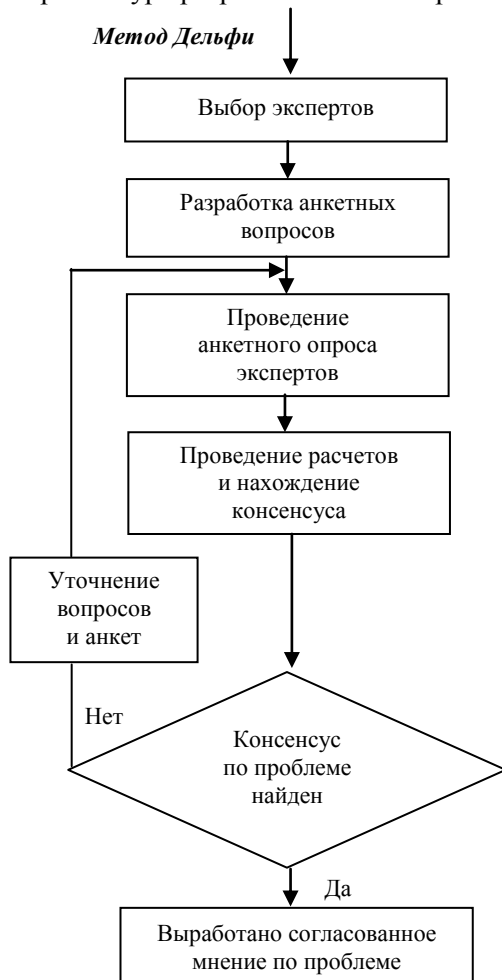


Рисунок 2 – Метод Дельфи

2.4. Метод мозгового штурма (коллективной генерации идей)

Мозговой штурм организуется как собрание экспертов, на выступления которых наложено одно, но очень существенное ограничение – нельзя критиковать предложения других. Можно их развивать, можно высказывать свои идеи, но нельзя критиковать. В ходе заседания эксперты высказывают все более экстравагантные соображения. Часа че-

рез два записанное на магнитофон или видеокамеру заседание заканчивается, и начинается второй этап мозгового штурма – анализ высказанных идей. Обычно из 100 идей только 30 заслуживают дальнейшей проработки, из них 5–6 дают возможность сформулировать прикладные проекты, а 2–3 оказываются в итоге приносящими полезный эффект – прибыль, повышение экологической безопасности, оздоровление окружающей природной среды и т. п.

При этом интерпретация идей – творческий процесс. Например, при обсуждении возможностей защиты кораблей от торпедной атаки была высказана идея выстроить матросов вдоль борта и дуть на торпеду, чтобы изменить ее курс. После проработки эта идея привела к созданию специальных устройств, которые создают волны, сбивающие торпеду с курса.

2.5. Метод сценариев

Несколько в стороне от основного русла экспертных оценок лежит метод сценариев, применяемый прежде всего для экспертного прогнозирования. Рассмотрим основные идеи технологии сценарных экспертных прогнозов.

Социально-экономическое или, например, экологическое прогнозирование, как и любое прогнозирование вообще, может быть успешным лишь при некоторой стабильности условий. Однако решения органов власти, отдельных лиц, иные события меняют условия, и события развиваются иначе, чем ранее предполагалось. Вполне очевидно, что после первого тура президентских выборов 1996 г. о дальнейшем развитии событий можно было говорить лишь в терминах сценариев: если во втором туре победит Б. Н. Ельцин, то будет происходить одно, если же победит Г. А. Зюганов, то будет происходить другое.

Метод сценариев необходим не только в социально-экономической или экологической области. Например, при разработке методологического, программного и информационного обеспечения анализа риска химико-технологических проектов необходимо составить детальный каталог сценариев аварий, связанных с утечками токсических химических веществ. Каждый из таких сценариев описывает аварию своего типа со своим индивидуальным происхождением, развитием, а также своими последствиями и возможностями предупреждения.

Таким образом, метод сценариев – это метод декомпозиции задачи прогнозирования, предусматривающий выделение набора отдельных вариантов развития событий (сценариев), в совокупности охватыва-

ющих все возможные пути развития. При этом каждый отдельный сценарий должен допускать возможность достаточно точного прогнозирования, а общее число сценариев должно быть обозримо.

Возможность подобной декомпозиции не очевидна. При применении метода сценариев необходимо осуществить два этапа исследования:

- построение исчерпывающего, но обозримого набора сценариев;
- прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы.

Каждый из этих этапов лишь частично формализуем. Существенная часть рассуждений проводится на качественном уровне, как это принято в общественно-экономических и гуманитарных науках. Одна из причин заключается в том, что стремление к излишней формализации и математизации приводит к искусственному внесению определенности там, где ее нет по существу, либо к использованию громоздкого математического аппарата. Так, рассуждения на словесном уровне считаются доказательными в большинстве ситуаций, в то время как попытка уточнить смысл используемых слов с помощью, например, теории нечетких множеств приводит к весьма громоздким математическим моделям.

Набор сценариев должен быть обозрим. Приходится исключать различные маловероятные события – прилет инопланетян, падение астероида, массовые эпидемии ранее неизвестных болезней и т. д. Само по себе создание набора сценариев – предмет экспертного исследования. Кроме того, эксперты могут оценить вероятности реализации того или иного сценария.

Прогнозирование в рамках каждого конкретного сценария с целью получения ответов на интересующие исследователя вопросы также осуществляется в соответствии с описанной выше методологией прогнозирования. При стабильных условиях могут быть применены статистические методы прогнозирования временных рядов. Однако этому предшествует анализ с помощью экспертов, причем зачастую прогнозирование на словесном уровне является достаточным (для получения интересующих исследователя и менеджера выводов) и не требующим количественного уточнения.

При принятии решений на основе анализа ситуации (при ситуационном анализе), в том числе анализа результатов прогнозных исследований, можно исходить из различных критериев. Так, можно ориентироваться на то, что ситуация сложится наихудшим, наилучшим или средним образом; можно попытаться наметить мероприятия, обеспечивающие минимально допустимые полезные результаты при

любом варианте развития ситуации, и т. д.

Задания

Задание 1. Имеется генеральная совокупность из 100 экспертов, которые по своим профессиональным качествам могут быть привлечены к составлению конкретного прогноза. По организационным причинам можно пригласить только 50 экспертов. Экспертом считается специалист, проработавший в данной области не менее 10 лет. Доля таких специалистов оценивается в 0,6.

Определите необходимую численность группы экспертов с доверительной вероятностью, равной 0,954 4, при уменьшении точности выборки на 10%.

Задание 2. Имеется генеральная совокупность из 200 специалистов, которые по своим профессиональным качествам могут быть привлечены к составлению конкретного прогноза. По организационным причинам можно пригласить только 25 экспертов. Экспертом считается специалист, проработавший в данной области не менее 15 лет. Доля таких специалистов оценивается в 0,5.

Определите необходимую численность группы экспертов с доверительной вероятностью, равной 0,997 3, при уменьшении точности выборки на 10%.

Задание 3. Двум экспертам было предложено методом непосредственной оценки дать заключение по шести направлениям исследований ($n = 6$) А, В, С, D, E, F с точки зрения их важности для достижения определенной цели (таблица 5).

Таблица 5 – Оценки экспертов, баллов

| Эксперт | Направление | | | | | |
|---------|-------------|---|----|---|---|---|
| | А | В | С | D | E | F |
| 1-й | 10 | 7 | 9 | 3 | 4 | 5 |
| 2-й | 8 | 6 | 10 | 4 | 2 | 7 |

Сделайте вывод о степени важности каждого из направлений исследований. Определите степень согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента парной ранговой корреляции Спирмена.

Задание 4. Пяти экспертам ($m = 5$) было предложено проранжиро-

вать девять факторов по уменьшению степени их влияния на производительность труда рабочих организации (фактору, оказывающему наибольшее влияние на производительность труда, приписывается ранг 1). Результаты ранжирования представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты ранжирования факторов

| Эксперт | Фактор | | | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | X_8 | X_9 |
| 1-й | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 6 | 2 |
| 2-й | 3 | 4 | 5 | 6 | 3 | 2 | 1 | 7 | 4 |
| 3-й | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 5 | 6 |
| 4-й | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 5 | 3 |
| 5-й | 4 | 5 | 6 | 7 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 |

Для оценки согласованности мнений группы из m экспертов по n показателям используется коэффициент конкордации Кендалла по следующим формулам:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i};$$

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right)^2;$$

$$\dot{O}_i = \frac{1}{12} \sum_{l=1}^{h_i} (t_{li}^3 - t_{li}),$$

где T_i – показатель равных (связанных) рангов в оценках i -го эксперта;

x_{ij} – стандартизированный ранг i -го эксперта для j -го показателя;

h_i – число групп равных рангов в оценках i -го эксперта;

t_{li} – число равных рангов в l -й группе (в оценках i -го эксперта).

Коэффициент конкордации Кендалла принимает значения в интервале от 0 до 1. При отсутствии согласованности мнений экспертов $W = 0$, а при полной согласованности $W = 1$. Изменение W от 0 до 1 соответствует увеличению степени согласованности мнений экспертов.

Оцените степень согласованности мнений экспертов и сделайте вывод о том, что влияет на производительность труда рабочих.

Задание 5. По результатам ранжирования направлений улучшения финансового состояния организации двумя экспертами (ранжирование осуществлено по убыванию значимости) осуществите стандартизацию рангов экспертов, получите обобщенное мнение и оцените согласованность мнений по критерию ранговой корреляции Спирмена. Сделайте выводы. Исходные данные по вариантам представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Ранги, проставленные двумя экспертами семи объектам

| Но- мер вари- анта | Эксперт | Факторы, подлежащие оценке | | | | | | |
|-----------------------------|---------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|
| | | Повыше- ние качества продук- ции | Обнов- ление ассорти- мента | Гибкое ценооб- разова- ние | Автоматизация произ- водства | Расшире- ние рынков сбыта | Сниже- ние себе- стоимо- сти | Улуч- шение условий труда |
| 1 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 5 | 6 | 7 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 3 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 4 | 3 | 7 | 6 | 5 | 1 | 2 |
| 5 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 6 | 7 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| 7 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 6 | 7 |
| 8 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 9 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 | 6 | 6 |
| 10 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 1 | 3 | 2 | 4 | 6 | 5 | 7 |
| 11 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| | 2-й | 2 | 3 | 1 | 4 | 6 | 7 | 5 |

Задание 6. Проанализируйте возможные пути повышения производительности труда работников организации, найдите обобщенное мнение экспертов и оцените согласованность мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации. Сделайте выводы. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 8.

Задание 7. С помощью метода мозгового штурма коллективно выработайте методы стимулирования образовательной деятельности студентов.

Задание 8. Приведите примеры разработанных сценариев из различных сфер деятельности.

Таблица 8 – Экспертная оценка путей повышения производительности труда работников

| Но- мер вари- анта | Эксперт | Направление повышения производительности труда | | | | |
|-----------------------------|---------|---|-------------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|
| | | Совершенство- вание материального стимулирования | Улучшение условий труда | Совершен- ствование нормирова- ния труда | Автоматиза- ция производства | Повыше- ние ква- лифика- ции |
| 1 | 1-й | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 |
| | 2-й | 3 | 4 | 5 | 6 | 3 |
| | 3-й | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| | 4-й | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2 | 1-й | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| | 2-й | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 |
| | 3-й | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 |
| | 4-й | 3 | 2 | 5 | 6 | 2 |
| 3 | 1-й | 2 | 4 | 2 | 1 | 5 |
| | 2-й | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| | 3-й | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 |
| | 4-й | 2 | 3 | 1 | 5 | 3 |
| 4 | 1-й | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| | 2-й | 2 | 3 | 1 | 4 | 6 |
| | 3-й | 4 | 2 | 5 | 3 | 2 |
| | 4-й | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| 5 | 1-й | 4 | 1 | 2 | 6 | 4 |
| | 2-й | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| | 3-й | 1 | 2 | 3 | 7 | 6 |
| | 4-й | 2 | 1 | 4 | 5 | 5 |

| | | | | | | |
|---|-----|---|---|---|---|---|
| 6 | 1-й | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| | 2-й | 3 | 5 | 5 | 3 | 1 |

Окончание таблицы 8

| Но- мер вари- анта | Эксперт | Направление повышения производительности труда | | | | |
|-----------------------------|---------|---|-------------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|
| | | Совершенство- вание материального стимулирования | Улучшение условий труда | Совершен- ствование нормирова- ния труда | Автоматиза- ция производства | Повыше- ние ква- лифика- ции |
| | 3-й | 4 | 2 | 5 | 3 | 6 |
| | 4-й | 3 | 1 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 1-й | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| | 2-й | 1 | 2 | 3 | 7 | 6 |
| | 3-й | 2 | 4 | 6 | 1 | 3 |
| | 4-й | 3 | 2 | 4 | 5 | 1 |
| | | | | | | |
| 8 | 1-й | 6 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| | 2-й | 4 | 3 | 1 | 5 | 6 |
| | 3-й | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 |
| | 4-й | 3 | 4 | 1 | 4 | 5 |
| 9 | 1-й | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| | 2-й | 3 | 2 | 5 | 6 | 2 |
| | 3-й | 3 | 2 | 5 | 6 | 2 |
| | 4-й | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| 10 | 1-й | 6 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| | 2-й | 4 | 3 | 1 | 5 | 6 |
| | 3-й | 3 | 2 | 5 | 6 | 2 |
| | 4-й | 1 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| 11 | 1-й | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| | 2-й | 3 | 5 | 5 | 3 | 1 |
| | 3-й | 3 | 3 | 1 | 5 | 3 |
| | 4-й | 3 | 4 | 1 | 4 | 5 |

3. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ИНФОРМИРОВАННОСТИ О ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ

3.1. Особенности математических моделей проблемных ситуаций в зависимости от степени информированности о параметрах ситуаций

В зависимости от степени полноты и достоверности информации о

ситуации, которой располагает менеджер, различают решения, принятые в условиях:

- определенности;
- вероятностной определенности, или риска;
- неопределенности.

3.2. Принятие решений в условиях определенности

Это случай, когда руководитель располагает практически полной, точной и достоверной информацией в отношении решаемой проблемы и тех альтернатив, которые определяются как допустимые. Это позволяет менеджеру точно знать результаты и прогнозировать успех каждого из альтернативных вариантов выбора. Такой результат лишь один. Примером может быть приобретение государственных ценных бумаг, когда известен доход по ним.

Если решение принимается в условиях определенности, то увеличивается оперативность разработки решения, уменьшаются затраты на выбор целесообразного варианта. Широко используются количественные методы принятия решений, так как для таких задач можно строить формальную математическую модель. Цели и ограничения при принятии решений определяются в виде целевых функций и неравенств.

3.3. Метод анализа иерархий

Метод анализа иерархий (МАИ) состоит в декомпозиции проблемы на все более простые составляющие части и в дальнейшей обработке – последовательности суждений по парным сравнениям.

Этапы применения МАИ:

1. Декомпозиция и представление задачи в иерархической форме. На первом, высшем, уровне находится общая цель. На втором уровне находятся факторы, или критерии, уточняющие цель. На третьем уровне находятся альтернативы решения проблемы (рисунок 3).

2. Заполнение матриц попарных сравнений для уровня 2. Результаты парных сравнений представляются в виде квадратной матрицы $\{a_{ij}\}$. Эта матрица обладает свойством обратной симметричности $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, а на главной диагонали матрицы стоят единицы.

3. Вычисление для уровня 2 собственного вектора каждой строки матрицы суждений, приоритетов, наибольшего собственного значе-

ния матрицы суждений, индекса согласованности и отношения согласованности.

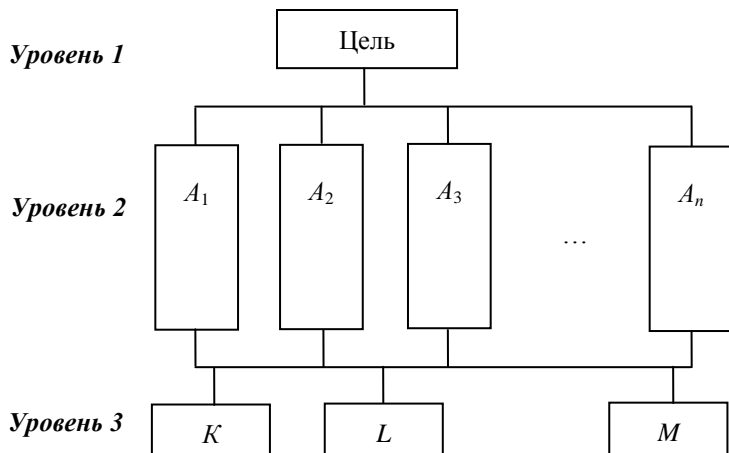


Рисунок 3 – Декомпозиция проблемы в иерархию

Собственный вектор строки матрицы суждений рассчитывается по формуле

$$vS_i = \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{in}} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}.$$

Приоритет вычисляется по следующей формуле:

$$p_i = \frac{vS_i}{\sum_{k=1}^n vS_k}.$$

Наибольшее собственное значение матрицы суждений исчисляется по формуле

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left(p_i \sum_{k=1}^n a_{ki} \right).$$

Для обратносимметричной матрицы всегда $\lambda_{\max} \geq n$.

Индекс согласованности рассчитывается по следующей формуле:

$$\hat{E}\tilde{N} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}.$$

Отношение согласованности вычисляется по формуле

$$\hat{I}\tilde{N} = \frac{\hat{E}\tilde{N}}{s},$$

где s – случайная согласованность матрицы (находится по таблице 9).

Таблица 9 – Случайная согласованность матрицы суждений

| Размер матрицы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Случайная согласованность матрицы (s) | 0 | 0 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Отношение согласованности должно быть в пределах 10–20%.

4. Заполнение матриц попарных сравнений для уровня 3. Сравнивают, насколько более желательна или хороша та или иная альтернатива для удовлетворения каждого критерия второго уровня. Получается n квадратных матриц размерности m , где m – число альтернатив.

5. Вычисление для уровня 3 собственного вектора каждой строки матрицы суждений, приоритетов, наибольшего собственного значения матрицы суждений, индекса согласованности и отношения согласованности для всех матриц суждений.

6. Вычисление глобальных приоритетов. Формируется матрица глобальных приоритетов, в верхнюю строку которой вписываются векторы приоритетов каждого фактора (критерия) (полученные на шаге 3), а ниже столбцы заполняются значениями приоритетов из матрицы попарных сравнений для уровня 3. Глобальный приоритет вычисляется для каждой альтернативы. Альтернатива с наибольшим приоритетом является решением проблемы.

Задания

Задание 1. Используя метод анализа иерархий, требуется выбрать оптимальный дом.

У семьи, выбирающей для себя дом, были следующие критерии:

- размер дома (число комнат, размеры комнат, общая площадь дома);
- удобное автобусное сообщение (близкое расположение автобусной остановки);
- окрестности (интенсивность движения транспорта, безопасность, хороший вид, ухоженные окрестности);
- дата постройки дома;

- величина двора;
- наличие современного оборудования (мусоропровод, посудомоечная машина, система сигнализации и т. д.);
- общее состояние (потребность в ремонте, электропроводка, крыша, водопроводная система и т. д.);
- финансовые условия (условия продажи и банковский кредит, налоги).

У семьи имеются варианты домов А, Б, В. Задача заключается в выборе одного из трех домов-кандидатов.

Дом А – самый большой дом по сравнению с домами Б и В, с хорошими окрестностями, неинтенсивным движением транспорта. Налоги на дом невелики. Двор больше, чем у домов Б и В. Однако общее состояние его не очень хорошее: нужна основательная починка и проведение малярных работ. Из-за того что дом финансируется банком с высокой процентной ставкой, финансовые условия можно считать неудовлетворительными.

Дом Б немного меньше дома А, расположен далеко от автобусных остановок, вокруг интенсивное движение транспорта. В нем отсутствуют основные современные удобства. Однако общее состояние очень хорошее. Кроме того, на дом можно получить закладную с довольно низкой процентной ставкой. Это означает, что финансовые условия вполне удовлетворительные.

Дом В очень маленький, и в нем нет современных удобств. В окрестностях высокие налоги, но дом в хорошем состоянии и представляется безопасным. Двор больше, чем у дома Б, однако несравненно меньше обширного пространства вокруг дома А. Общее состояние дома хорошее, в нем красивые ковры и обои. Финансовые условия намного лучше, чем для дома А, но не так хороши, как для дома Б.

Матрица попарных сравнений для уровня 2 частично заполнена (таблица 10).

Таблица 10 – Матрица попарных сравнений для уровня 2

| Критерии | Размеры дома | Удобное автобусное сообщение | Окрестности | Дата постройки дома | Величина двора | Наличие современного оборудования | Общее состояние | Финансовые условия |
|------------------------------|--------------|------------------------------|-------------|---------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------|
| Размеры дома | | 5 | 3 | 7 | 6 | 6 | | |
| Удобное автобусное сообщение | | | | 5 | 3 | 3 | | |
| Окрестности | | 3 | | 6 | 3 | 4 | 6 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|---|---|--|--|--|
| Дата постройки дома | | | | | | | | |
| Величина двора | | | | 3 | | | | |
| Наличие современного оборудования | | | | 4 | 2 | | | |

Окончание таблицы 10

| Критерии | Размеры дома | Удобное автобусное сообщение | Окрестности | Дата постройки дома | Величина двора | Наличие современного оборудования | Общее состояние | Финансовые условия |
|--------------------|--------------|------------------------------|-------------|---------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------|
| Общее состояние | 3 | 5 | | 7 | 5 | 5 | | |
| Финансовые условия | 4 | 7 | 5 | 8 | 6 | 6 | 2 | |

Задание 2. Отдел кадров фирмы сузил поиск будущего сотрудника до трех кандидатур: Стив, Джейн и Майса. Конечный отбор основан на трех критериях: собеседовании (C), опыте работы (O) и рекомендациях (P). Отдел кадров использует матрицу A (таблица 9) для сравнения трех критериев. После проведенного собеседования с тремя претендентами, сбора данных, относящихся к опыту их работы и рекомендациям, построены матрицы A_c , A_o и A_p (таблицы 11–14). Определите, кого из трех кандидатов следует принять на работу.

Таблица 11 – **Матрица A**

| Критерии | Собеседование | Опыт работы | Рекомендации |
|---------------|---------------|-------------|--------------|
| Собеседование | | 2 | |
| Опыт работы | | | |
| Рекомендации | 4 | 5 | |

Таблица 12 – **Матрица A_c**

| Кандидатура | Стив | Джейн | Майса |
|-------------|------|-------|-------|
| Стив | | 3 | 4 |
| Джейн | | | |
| Майса | | 5 | |

Таблица 13 – **Матрица A_o**

| Кандидатура | Стив | Джейн | Майса |
|-------------|------|-------|-------|
| Стив | | | 2 |
| Джейн | 3 | | |

| | | | |
|-------|--|---|--|
| Майса | | 2 | |
|-------|--|---|--|

Таблица 14 – Матрица A_p

| Кандидатура | Стив | Джейн | Майса |
|-------------|------|-------|-------|
| Стив | | | 1 |
| Джейн | 2 | | |
| Майса | | 2 | |

4. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА

4.1. Основные подходы к принятию решений в условиях риска

Выбор решения в условиях риска означает, что каждое действие приводит к одному из множества возможных частных исходов. При этом каждый исход имеет известную вероятность появления.

В зависимости от того, какие группы факторов в наибольшей степени определяют риск в проблемной ситуации, выделены две главные составляющие риска: индивидуальный риск и ситуационный (рисунок 4).



Рисунок 4 – Составляющие риска

Индивидуальный риск обусловлен исключительно самим руководителем, принимающим решения. К *ситуационному риску* относится все то, что непосредственно не зависит от рискующего индивида. Практически в любой ситуации менеджер испытывает нехватку времени, ресурсов или информации для принятия решения или его реализации. Кроме того, интересы и действия других лиц могут существенно повлиять на качество принимаемого решения и его исполнение.

Для менеджера, действующего в условиях неопределенности, основными элементами описания ситуации являются:

- множество допустимых стратегий (множество возможных альтернатив или действий);
- множество значений неопределенного фактора.

4.2. Метод последствий событий

Формируется матрица последствий. Это таблица, содержащая список возможных альтернатив и оценок последствий их внедрения при различных гипотезах развития проблемной ситуации. По строкам располагают возможные альтернативы (стратегии) принятия решения, а по столбцам – условия, в которых происходит процесс принятия решения. Эти условия получили названия состояний природы. Они задают возможные ситуации, в которые может превратиться проблемная ситуация, и определяют параметры, которые оказывают влияние на последствия при принятии различных решений. Каждая клетка матрицы содержит оценку последствий при комбинации выбранной стратегии и состояния природы (таблица 15).

Таблица 15 – Матрица последствий

| Альтернативные решения (y_i) | Возможные гипотезы развития проблемы (состояния природы, s_j) | | | |
|----------------------------------|--|----------|-----|----------|
| | s_1 | s_2 | ... | s_n |
| y_1 | u_{11} | u_{12} | ... | u_{1n} |
| y_2 | u_{21} | u_{22} | ... | u_{2n} |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| y_m | u_{m1} | u_{m2} | ... | u_{mn} |
| Вероятность наступления гипотезы | $P(s_1)$ | $P(s_2)$ | ... | $P(s_n)$ |

4.3. Метод построения дерева решений

Метод применяется в тех случаях, когда последовательно нужно принимать несколько связанных решений. По аналогии с деревом

имеется исходное (корневое) решение, из которого как ветви расходятся другие производные решения.

«Дерево решений» – это графическое изображение процесса принятия решений, в котором отражены альтернативные решения, альтернативные состояния среды, соответствующие вероятности и выигрыши для любых комбинаций альтернатив и состояний среды.

Строят «деревья» слева направо. Места, где принимаются решения, обозначают квадратами, места появления исходов – кругами, возможные решения – пунктирными линиями, возможные исходы – сплошными линиями.

Для каждой альтернативы считается ожидаемая стоимостная оценка (EMV) – максимальная из сумм оценок выигрышей, умноженная на вероятность реализации выигрышей, для всех возможных вариантов.

4.4. Стохастическое программирование

4.4.1. Понятие о стохастическом программировании

В задаче линейного программирования

$$F = \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \rightarrow \max(\min);$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i & (i = 1, \dots, m); \\ d_j \leq x_j \leq D_j & (j = 1, \dots, n) \end{cases}$$

величины c_j , a_{ij} , b_i , d_j , D_j заданы. Часто на практике величины c_j , a_{ij} , b_i могут быть случайными. Так, если b_i – ресурс, то он зависит от ряда факторов. Аналогично, цены c_j будут зависеть от спроса и предложения, расходные коэффициенты a_{ij} – от уровня техники и технологии.

Задачи, в которых c_j , a_{ij} , b_i – случайные величины, относят к задачам *стохастического программирования* (СТП).

В задачах стохастического программирования случайный характер величин указывают двумя способами:

- реализацией случайных величин;
- законом распределения случайных величин.

В первом случае в модель подставляют фактические значения слу-

чайных величин и решают задачу для этих значений. Получается обычная задача линейного программирования.

Во втором случае по закону распределения случайных величин эти недостатки отсутствуют. Обычно принимают, что случайные величины подчиняются нормальному закону распределения, заданному математическим ожиданием и дисперсией.

Задача стохастического программирования предусматривает стохастическую постановку целевой функции и ограничений.

Стохастическая постановка целевой функции может быть двух видов: *М-постановка* и *Р-постановка*.

При *М-постановке* случайная величина заменяется ее математическим ожиданием, и задача сводится к оптимизации детерминированной целевой функции:

$$F = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j \cdot x \rightarrow \max(\min),$$

где \bar{c}_j – математическое ожидание случайной величины c_j .

При *Р-постановке* целевая функция имеет следующий вид:

- в случае максимизации

$$F = P \left[\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \geq r \right] \rightarrow \max$$

и означает максимизацию вероятности того, что случайная величина

$\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j$ будет не меньше некоторого значения r ;

- в случае минимизации

$$F = P \left[\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \leq r \right] \rightarrow \min$$

и означает минимизацию вероятности того, что случайная величина

$\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j$ будет не больше некоторого значения r .

Для ограничений задачи стохастического программирования наиболее распространены стохастические постановки в вероятностных ограничениях следующего вида:

$$P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i\right] \geq \alpha_i ; \quad (4.1)$$

$$P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i\right] \leq \alpha_i ; \quad (4.2)$$

$$P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \geq b_i\right] \geq \alpha_i ; \quad (4.3)$$

$$P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \geq b_i\right] \leq \alpha_i , \quad (4.4)$$

где a_{ij} , b_i – случайные величины;
 α_i – заданные уровни вероятности.

Так, ограничение (4.1) означает, что вероятность соблюдения неравенства $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i$ должна быть не меньше, чем α_i . Аналогичный смысл и в других ограничениях.

Для случая, когда вероятностные ограничения представлены в виде типа (4.1), задачу СТП можно записать следующим образом:

- при М-постановке в виде

$$F = \sum c_j \cdot x_j \rightarrow \max(\min);$$

$$\begin{cases} P\left[\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i\right] \geq \alpha_i & (i=1, \dots, m); \\ d_j \leq x_j \leq D_j & (j=1, \dots, n); \end{cases} \quad (4.5)$$

- при Р-постановке:

– в случае максимизации целевой функции в виде

$$F = P \left[\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \geq r \right] \rightarrow \max;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P \left[\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i \right] \geq \alpha_i \quad (i = 1, \dots, m); \\ d_j \leq x_j \leq D_j \quad (j = 1, \dots, n); \end{array} \right. \quad (4.6)$$

– в случае минимизации целевой функции в виде

$$F = P \left[\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j \leq r \right] \rightarrow \min;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P \left[\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i \right] \geq \alpha_i \quad (i = 1, \dots, m); \\ d_j \leq x_j \leq D_j \quad (j = 1, \dots, n), \end{array} \right. \quad (4.7)$$

где c_j , a_{ij} , b_i – случайные величины.

Для ограничений (4.2)–(4.4) постановка задач СТП аналогична.

Задачи (4.5)–(4.7) непосредственно решены быть не могут. Одним из возможных методов их решения может быть представление их в виде детерминированного эквивалента.

4.4.2. Детерминированная постановка задач СТП

Для решения задач СТП переходят к детерминированному эквиваленту.

В Р-постановке для целевой функции детерминированный эквивалент имеет вид:

- при максимизации целевой функции для задачи (4.6)

$$F = \frac{r - \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 \cdot x_j^2}} \rightarrow \max;$$

- при минимизации целевой функции для задачи (4.7)

$$F = \frac{\sum_{j=1}^n c_j \cdot x_j - r}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 \cdot x_j^2}} \rightarrow \min,$$

где σ_j^2 – дисперсия случайной величины c_j .

Решение таких задач затруднительно, поэтому далее рассмотрим целевую функцию только в М-постановке.

Детерминированный эквивалент вероятностного ограничения типа (4.1) может быть сведен к виду

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} \cdot x_j + t_{\alpha_i} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 \cdot x_j^2 + \Theta_i^2} \leq \bar{b}_i,$$

где \bar{a}_{ij} , \bar{b}_i – математические ожидания;

σ_{ij}^2 , Θ_i^2 – дисперсии случайных величин a_{ij} , b_i ;

$t_{\alpha_i} = \Phi^{-1}(\alpha_i)$ – обратная функция нормального распределения при

функции распределения $\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-t^2/2} dt$;

α_i – заданный уровень вероятности (таблица 16).

Таблица 16 – Значения обратной функции распределения для различных уровней вероятностей

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| α_i | 0,500 | 0,600 | 0,700 | 0,770 | 0,840 | 0,890 | 0,930 | 0,960 | 0,980 | 0,987 | 0,994 |
| t_{α_i} | 0 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 | 1,75 | 2,00 | 2,25 | 2,50 |

Если $\alpha_i < 0,5$, то $t_{1-\alpha} = -t_{\alpha}$. Например, если $\alpha = 0,4$, тогда $t_{0,4} = t_{1-0,6} = -t_{0,6} = -0,25$.

Детерминированный эквивалент задачи СТП в М-постановке, т. е. в задаче (4.5), имеет вид

$$F = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j \cdot x_j \rightarrow \max(\min);$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} \cdot x_j + t_{\alpha_i} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 \cdot x_j^2 + \Theta_i^2} \leq \bar{b}_i; \\ d_j \leq x_j \leq D_j. \end{cases} \quad (4.8)$$

Каждое i -е ограничение в детерминированном эквиваленте (4.8) отличается от аналогичного ограничения задачи линейного программирования $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i$ следующим:

- от детерминированных значений a_{ij} , b_i выполнен переход к математическим ожиданиям случайных величин \bar{a}_{ij} , \bar{b}_i ;
- появился дополнительный член

$$\xi_i = t_{\alpha_i} \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{ij}^2 \cdot x_j^2 + \Theta_i^2},$$

который учитывает все вероятностные факторы: закон распределения с помощью t_{α_i} ; заданный уровень вероятности α_i ; дисперсии случайных величин a_{ij} , равные σ_{ij}^2 ; дисперсии случайных величин b_i , равные Θ_i^2 .

4.4.3. Решение задач СТП

Рассмотрим задачу распределения двух видов ресурсов для выпуска двух наименований изделий. Ее модель имеет следующий вид:

$$F = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 \leq b_1; \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 \leq b_2; \\ d_1 \leq x_1 \leq D_1; \\ d_2 \leq x_2 \leq D_2, \end{cases}$$

где c_j , a_{ij} , b_i – случайные величины.

При М-постановке задача (4.5) будет иметь вид

$$F = M[c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2] \rightarrow \max;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P(a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 \leq b_1) \geq \alpha_1; \\ P(a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 \leq b_2) \leq \alpha_2; \\ d_1 \leq x_1 \leq D_1; \\ d_2 \leq x_2 \leq D_2, \end{array} \right.$$

где α_1 , α_2 – заданные уровни вероятности соблюдения каждого ограничения.

Для того чтобы решить задачу в М-постановке, нужно перейти к ее детерминированному эквиваленту, т. е. к задаче (4.8):

$$F = \bar{c}_1 \cdot x_1 + \bar{c}_2 \cdot x_2 \rightarrow \max;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{a}_{11} \cdot x_1 + \bar{a}_{12} \cdot x_2 + t_{\alpha_1} \cdot \sqrt{\sigma_{11}^2 \cdot x_1^2 + \sigma_{12}^2 \cdot x_2^2 + \Theta_1^2} \leq \bar{b}_1; \\ \bar{a}_{21} \cdot x_1 + \bar{a}_{22} \cdot x_2 + t_{\alpha_2} \cdot \sqrt{\sigma_{21}^2 \cdot x_1^2 + \sigma_{22}^2 \cdot x_2^2 + \Theta_2^2} \leq \bar{b}_2; \\ d_1 \leq x_1 \leq D_1; \\ d_2 \leq x_2 \leq D_2. \end{array} \right. \quad (4.9)$$

Задания

Задание 1. Решите задачу распределения двух видов ресурсов для выпуска двух наименований изделий. Уровни вероятности $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,6$. Исходные данные представлены в таблицах 17 и 18.

Таблица 17 – Исходные данные

| j | Величина | | |
|---------|-------------|-------|-------|
| | \bar{c}_j | d_j | D_j |
| $j = 1$ | 5 | 2 | 6 |

| | | | |
|---------|---|---|---|
| $j = 2$ | 8 | 3 | 9 |
|---------|---|---|---|

Таблица 18 – Данные для ограничений

| Ограничение | Случайная величина | | | | | |
|-------------|--------------------|---------------|----------------|---------------|-------------|------------|
| | a_{i1} | | a_{i2} | | b_i | |
| | \bar{a}_{i1} | σ_{i1} | \bar{a}_{i2} | σ_{i2} | \bar{b}_i | Θ_i |
| 1-е | 10 | 2 | 15 | 3 | 100 | 9 |
| 2-е | 20 | 6 | 14 | 4 | 150 | 12 |

Задание 2. Решите задачу распределения двух видов ресурсов для выпуска двух наименований изделий. Уровни вероятности $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,6$. Исходные данные в таблицах 19 и 20.

Таблица 19 – Исходные данные

| j | Величина | | |
|---------|-------------|-------|-------|
| | \bar{c}_j | d_j | D_j |
| $j = 1$ | 6 | 3 | 5 |
| $j = 2$ | 8 | 1 | 6 |

Таблица 20 – Данные для ограничений

| Ограничение | Случайные величины | | | | | |
|-------------|--------------------|---------------|----------------|---------------|-------------|------------|
| | a_{i1} | | a_{i2} | | b_i | |
| | \bar{a}_{i1} | σ_{i1} | \bar{a}_{i2} | σ_{i2} | \bar{b}_i | Θ_i |
| 1-е | 12 | 3 | 14 | 4 | 140 | 8 |
| 2-е | 16 | 5 | 12 | 4 | 160 | 10 |

5. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

5.1. Математическая модель многокритериальной оптимизации

В теории *многокритериальной оптимизации* (МКО) решаются задачи принятия решений одновременно по нескольким критериям. Задача МКО ставится следующим образом: требуется найти числа x_1, x_2, \dots, x_n , удовлетворяющие системе ограничений

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (5.1)$$

для которых функции

$$F_k = f_k(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (k = 1, 2, \dots, K) \quad (5.2)$$

достигают максимального значения.

Множество точек $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, удовлетворяющих системе (5.1), образует *допустимую область* $D \subset R^n$. Элементы множества D называются *допустимыми решениями*, или *альтернативами*, а числовые функции f_k (где $k = 1, 2, \dots, K$) – *целевыми функциями*, или *критериями*, заданными на множестве D . В формулировке задач (5.1)–(5.2) присутствует K целевых функций. Эти функции преобразуют множество $D \subset R^n$ в множество $F \subset R^K$, которое называется *множеством достижимости*.

В векторной форме математическую модель МКО (5.1)–(5.2) можно записать следующим образом:

$$\bar{F}(X) = (f_1(X), \dots, f_K(X)) \rightarrow \max \quad (X \in D), \quad (5.3)$$

где $\bar{F}(X)$ – вектор-функция аргумента $X \in D$.

В отличие от задач оптимизации с одним критерием в МКО имеется неопределенность целей. Действительно, существование решения, максимизирующего несколько целевых функций, является редким исключением, поэтому с математической точки зрения задачи МКО являются неопределенными, для них подойдет только компромиссное решение. Например, при поиске плана организации, максимизирующего прибыль и минимизирующего затраты, очевидна невозможность достижения обеих целей одновременно, так как чем больше затраты, тем больше должно быть продукции и прибыли.

Ввиду этого в теории МКО понятие оптимальности имеет различные толкования, и поэтому сама теория содержит три основных направления:

- разработку концепции оптимальности;
- доказательство существования решения, оптимального в соответ-

ствующем смысле;

- разработку методов нахождения оптимального решения.

5.2. Оптимальность по Парето

Если функции f_1, f_2, \dots, f_K достигают максимума в одной и той же точке $X^* \in D$, то говорят, что задача (5.3) имеет *идеальное решение*.

Случаи существования идеального решения в многокритериальной задаче крайне редки. Поэтому основная проблема при рассмотрении задачи (5.3) – формализация *принципа оптимальности*, т. е. определение того, в каком смысле «оптимальное» решение лучше других. В случае отсутствия «идеального решения» в задаче (5.3) *ищется компромиссное решение*.

В задаче МКО точка $X_0 \in D$ называется оптимальной по Парето, если не существует другой точки $X \in D$, которая была бы предпочтительнее, чем X_0 .

Точки, оптимальные по Парето, образуют множество точек, оптимальных по Парето (множество неулучшаемых или эффективных точек) $D_p \subset D$.

Оптимальные решения многокритериальной задачи следует искать только среди элементов множества альтернатив D_p . В этой области ни один критерий не может быть улучшен без ухудшения хотя бы одного из других. Важным свойством множества Парето D_p является возможность «выбраковывать» из множества альтернатив D заведомо неудачные, уступающие другим по всем критериям. Обычно решение многокритериальной задачи должно начинаться с выделения множества D_p . При отсутствии дополнительной информации о системе предпочтений менеджеру следует принимать решение именно из множества Парето D_p .

В векторной оптимизации, кроме множества Парето, в общем случае нет правил, по которым варианту X_2 отдается предпочтение по сравнению с другим вариантом X_1 .

Часто решение многокритериальной задачи состоит в построении множества Парето-оптимальных точек и дальнейшем выборе одной из них на основе «здравого смысла» или с помощью какого-либо другого критерия.

Во всех случаях задача многокритериальной оптимизации каким-то способом сводится к задаче с одним критерием. Существует много способов построения такого окончательного критерия, однако ни одному из них нельзя заранее отдать наибольшее предпочтение. Для каждой задачи этот выбор должен делаться менеджером. Заметим, что целевые функции отображают множество точек, оптимальных по Парето, $D_p \subset D \subset R^n$ в множество $F_p \subset F \subset R^K$, которое называется *множеством Парето*.

При решении многокритериальной задачи часто возникает необходимость *нормализации (нормирования)* критериев $f_k(X)$, т. е. приведение всех критериев к единому масштабу и безразмерному виду. В дальнейшем будем считать, что все критерии неотрицательны, т. е. $f_k(X) \geq 0$ для всех $X \in D$.

Наиболее часто используется замена критериев их безразмерными относительными величинами $\lambda_k(X)$:

$$\lambda_k(X) = \frac{f_k(X)}{f_k^*},$$

где $f_k^* = \max_{X \in D} f_k(X)$.

Нормализованные критерии обладают двумя важными свойствами: во-первых, они являются безразмерными величинами, и, во-вторых, они удовлетворяют неравенству $0 \leq \lambda_k(X) \leq 1$ для любого $X \in D$. Эти свойства позволяют сравнивать критерии между собой.

Основные методы, применяемые при решении задач МКО, представлены на рисунке 5.

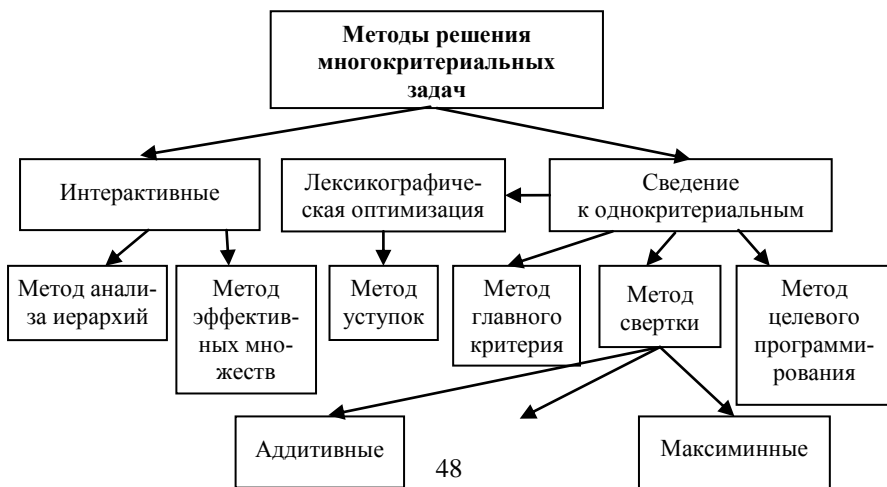


Рисунок 5 – Классификация методов решения многокритериальных задач

5.3. Метод аддитивной свертки критериев

Пусть критерии соизмеримы, например нормированы, и определен вектор весовых коэффициентов критериев $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_K)$, характеризующих важность соответствующего критерия. Это значит, что $\alpha_i \geq \alpha_j$, если критерий f_i имеет приоритет над критерием f_j . При этом

$$\sum_{k=1}^K \alpha_k = 1 \quad (\alpha_k \geq 0).$$

Для аддитивного метода строится новая целевая функция

$$f(X) = \sum_{k=1}^K \alpha_k f_k(X)$$

и решается задача оптимизации скалярного критерия $z = f(X) \rightarrow \max$ при условии $X \in D$.

5.4. Метод мультипликативной свертки критериев

Для мультипликативного метода подход к решению аналогичен, только целевая функция имеет вид

$$f(X) = \prod_{k=1}^K f_k^{\alpha_k}(X),$$

причем

$$\sum_{k=1}^K \alpha_k = 1 \quad (\alpha_k \geq 0).$$

Основной и очень существенный недостаток методов свертки критериев состоит в субъективности выбора коэффициентов α_k .

5.5. Метод главного критерия

Выбирается основной (главный) среди критериев. Пусть это, например, $f_1(X)$. Все остальные целевые функции переводятся в ряд ограничений по приведенному ниже правилу. Вводится система контрольных показателей \tilde{f}_k , относительно которых по всем критериям должны быть достигнуты значения не меньше заданных значений \tilde{f}_k :

$$f_k(X) \geq \tilde{f}_k \quad (k = 1, 2, \dots, K).$$

После выбора основного критерия и установления нижних границ для остальных критериев решается задача однокритериальной оптимизации:

$$f_1(X) \rightarrow \max$$

при условиях

$$\begin{cases} f_k(X) \geq \tilde{f}_k & (k = 1, 2, \dots, K); \\ X \in D. \end{cases}$$

Этот способ наиболее употребителен в инженерной практике.

5.6. Метод последовательных уступок

В *методе последовательных уступок* критерии нумеруются в порядке убывания важности. Пусть критерии f_1, f_2, \dots, f_K записаны в порядке уменьшения их важности, тогда должны быть выполнены следующие действия:

- *1-й шаг.* Решается однокритериальная задача по первому критерию:

$$z_1^* = \max_{X \in D} f_1(X).$$

- *2-й шаг.* Назначается разумная с инженерной точки зрения уступка Δz_1 , составляется и решается новая задача оптимизации по второму критерию:

$$z_2^* = \max_{X \in D} f_2(X);$$

$$f_1(X) \geq z_1^* - \Delta z_1.$$

- *3-й шаг.* Назначается уступка для второго критерия Δz_2 , составляется и решается задача оптимизации по третьему критерию:

$$z_3^* = \max_{X \in D} f_3(X);$$

$$\begin{cases} f_1(X) \geq z_1^* - \Delta z_1; \\ f_2(X) \geq z_2^* - \Delta z_2. \end{cases}$$

Процесс назначения уступок по каждому критерию и решение однокритериальных задач продолжается, пока не дойдем до последнего K -го шага.

K-й шаг. Для критерия $K - 1$ назначается уступка Δz_{K-1} , составляется и решается задача оптимизации по последнему K -му критерию:

$$z_K^* = \max_{X \in D} f_K(X);$$

$$\begin{cases} f_1(X) \geq z_1^* - \Delta z_1; \\ f_2(X) \geq z_2^* - \Delta z_2; \\ \dots \\ f_{K-1}(X) \geq z_{K-1}^* - \Delta z_{K-1}. \end{cases}$$

Основной недостаток методов, использующих ограничения на критерии, состоит в субъективности выбора контрольных показателей и уступок. При использовании метода последовательных уступок следует помнить, что уступки могут быть несоизмеримы между собой, поэтому надо предварительно организовать нормализацию критериев. Кроме того, в общем случае уже со второго шага решение может оказаться не оптимальным по Парето.

5.7. Методы целевого программирования

Название этой группы методов связано с тем, что менеджер задает определенные цели $\bar{f}_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_K$ для каждого критерия. Задача МКО в этом случае преобразуется в задачу минимизации суммы отклонений с некоторым показателем p :

$$z = \left(\sum_{k=1}^K w_k |f_k(X) - \bar{f}_k|^p \right)^{\frac{1}{p}} \rightarrow \min \quad (X \in D), \quad (5.4)$$

где w_k – некоторые весовые коэффициенты, характеризующие важность того или иного критерия.

Задачу (5.4) можно конкретизировать в зависимости от значений параметра p и заданных целей. В частности, при $p = 2$ и $w_k = 1$ получим задачу минимизации суммы квадратов отклонений:

$$z = \sqrt{\sum_{k=1}^K |f_k(X) - f_k^*|^2} \rightarrow \min \quad (X \in D),$$

в которой минимизируется евклидово расстояние от множества достижимости F до «абсолютного максимума» $f^* = (f_1^*, f_2^*, \dots, f_l^*)$ в пространстве критериев. Здесь $f_k^* = \max_{X \in D} f_k(X)$.

Осложнения, обусловленные несоизмеримостью величин $|f_k(X) - f_k^*|$, можно преодолеть с помощью нормализации критериев, рассматривая следующую задачу оптимизации:

$$z = \sqrt{\sum_{k=1}^K \left(\frac{|f_k(X) - f_k^*|}{f_k^*} \right)^2} \rightarrow \min \quad (X \in D).$$

Задания

Задание 1. На лесоперерабатывающем предприятии установлено три группы оборудования (строгальные, фрезерные и шлифовальные станки). На этих станках производится два типа продукции: шкафы и столы. Известны нормы затрат машинного времени, эффективный фонд времени станков, прибыль от реализации единицы продукции (таблица 21).

Таблица 21 – **Исходные данные**

| Станки | Затраты машинного времени на обработку одного изделия | | Фонд времени станков |
|-------------------|---|------|----------------------|
| | Шкаф | Стол | |
| Строгальные, ч | 4 | 3 | 144 |
| Фрезерные, ч | 2 | 1 | 64 |
| Шлифовальные, ч | 2 | 3 | 120 |
| Прибыль, усл. ед. | 8 | 7 | |

Предприятие заинтересовано в эффективном использовании оборудования. При этом известны цены за 1 ч простоя оборудования каждого вида: для строгальных станков – 3 усл. ед., для фрезерных станков – 9, для шлифовальных станков – 2 усл. ед.

Составьте задачу оптимизации с двумя критериями и решите ее методом уступок (для первого критерия уступка равна 8).

Задание 2. В качестве исходных рассматриваются семь типов продуктов (таблица 22).

Таблица 22 – Данные о продуктах питания

| Питательные вещества | Продукты | | | | | | | Минимальная суточная потребность в питательных веществах, г |
|-----------------------|-------------|---------------|-------|--------|--------|----------|----------|---|
| | Хлеб ржаной | Мясо баранины | Сыр | Бананы | Огурцы | Помидоры | Виноград | |
| Белки, г/кг | 61 | 220 | 230 | 15 | 8 | 11 | 6 | 100 |
| Жиры, г/кг | 12 | 172 | 290 | 1 | 1 | 2 | 2 | 70 |
| Углеводы, г/кг | 420 | 0 | 0 | 212 | 26 | 38 | 155 | 400 |
| Калорийность, ккал/кг | 2 060 | 2 430 | 3 600 | 890 | 140 | 230 | 650 | |
| Стоимость, р./кг | 12 | 100 | 160 | 24 | 40 | 30 | 80 | |

Выполните следующее:

- Составьте и решите задачу линейного программирования, минимизирующую калорийность рациона питания.
- Составьте и решите задачу линейного программирования, минимизирующую стоимость рациона питания.
- Составьте многокритериальную задачу.
- Решите задачу МКО методом уступок, считая первый критерий (калорийность рациона питания) более важным, чем второй. Величина уступки равна 100.
- Решите задачу МКО методом целевого программирования (методом минимального отклонения от идеальной точки).
- Решите задачу МКО методом аддитивной свертки с $\alpha_1 = 0,2$ и $\alpha_2 = 0,8$.

Задание 3. В общем случае переносимый в рюкзаке груз может включать n видов предметов, при этом каждый предмет обладает некоторой массой и объемом. Для определенности предположим, что в качестве исходных видов предметов рассматриваются продукты пи-

тания: хлеб, сухари, тушеная говядина, лосось в масле, сыр, сушеные бананы, сахар-рафинад. Объем, масса и субъективная ценность для туриста каждого из продуктов даны в таблице 23.

Таблица 23 – Исходные данные о продуктах питания

| Показатели | Продукты | | | | | | |
|--|----------|--------|------------------|----------------|-----|----------------|---------------|
| | Хлеб | Сухари | Тушеная говядина | Лосось в масле | Сыр | Сушеные бананы | Сахар-рафинад |
| Масса одного экземпляра продукта, кг | 0,8 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| Объем одного экземпляра продукта, л | 1,2 | 1,5 | 0,4 | 0,3 | 0,8 | 0,9 | 0,5 |
| Субъективная ценность для туриста одного экземпляра каждого из продуктов, баллов | 20 | 30 | 50 | 30 | 40 | 20 | 70 |

Предполагается, что общая ценность продуктов в рюкзаке не должна быть ниже 2 000 баллов.

Выполните следующее:

- По начальным данным составьте и решите первую задачу линейного программирования.
- По начальным данным составьте и решите вторую задачу линейного программирования (с теми же ограничениями, но другой целевой функцией).
- Составьте многокритериальную задачу.
- Решите задачу МКО методом уступок, считая первый критерий (масса груза) более важным, чем второй. Величина уступки равна 3.
- Решите задачу МКО методом целевого программирования (методом минимального отклонения от идеальной точки).

Задание 4. В таблице 24 приведены размеры древесно-стружечных плит (ДСП), размеры заготовок двух типов, вырезаемых из плит, и необходимое число заготовок (по вариантам).

Таблица 24 – Исходные данные

| Вариант | Размер плит | Размер заготовки | | Требуемое количество заготовок | |
|---------|-------------|------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
| | | 1-го типа | 2-го типа | 1-го типа | 2-го типа |
| 1-й | 225 × 45 | 125 × 45 | 85 × 60 | 55 | 80 |

| | | | | | |
|-----|------------------|-----------------|-----------------|----|----|
| 2-й | 260×120 | 235×50 | 120×65 | 81 | 61 |
| 3-й | 280×150 | 200×75 | 110×70 | 99 | 85 |
| 4-й | 225×135 | 115×45 | 80×75 | 57 | 99 |
| 5-й | 280×165 | 160×55 | 120×70 | 83 | 96 |
| 6-й | 260×165 | 175×55 | 100×65 | 88 | 85 |

Окончание таблицы 24

| Вариант | Размер плит | Размер заготовки | | Требуемое количество заготовок | |
|---------|------------------|------------------|-----------------|--------------------------------|-----------|
| | | 1-го типа | 2-го типа | 1-го типа | 2-го типа |
| 7-й | 300×180 | 225×65 | 120×95 | 75 | 79 |
| 8-й | 220×100 | 175×40 | 90×55 | 67 | 83 |
| 9-й | 225×140 | 135×65 | 90×70 | 51 | 71 |
| 10-й | 270×150 | 225×65 | 120×70 | 96 | 65 |
| 11-й | 270×135 | 135×45 | 125×75 | 79 | 91 |
| 12-й | 280×135 | 200×45 | 105×70 | 99 | 71 |
| 13-й | 210×120 | 130×45 | 95×60 | 93 | 53 |
| 14-й | 220×140 | 115×65 | 95×55 | 83 | 90 |

Выполните следующее:

- Составьте карты раскроя ДСП.
- Запишите функцию F_2 , равную общему количеству отходов.
- Запишите функцию F_3 , равную общей длине пропилов.
- Составьте математическую модель в виде задачи линейного целочисленного программирования по критерию минимального расхода плит. Решите задачу.
- Составьте математическую модель в виде задачи линейного целочисленного программирования по критерию минимального расхода плит. Решите задачу.
- Составьте математическую модель в виде задачи линейного целочисленного программирования по критерию минимума суммарной длины пропилов. Решите задачу.
- Составьте многокритериальную задачу.
- Приведите все критерии к единому масштабу и безразмерному виду, т. е. запишите нормированные критерии $\lambda_1(X)$, $\lambda_2(X)$, $\lambda_3(X)$.
- Решите задачу МКО методом аддитивной свертки с $\alpha_1 = 0,7$, $\alpha_2 = 0,2$ и $\alpha_3 = 0,1$.
- Сведите в сравнительную таблицу результаты решения всех четырех задач.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Афоничкин, А. И. Управленческие решения в экономических системах : учеб. / А. И. Афоничкин. – СПб. : Питер, 2009. – 480 с.

Балдин, К. В. Управленческие решения : учеб. / К. В. Балдин. – М. : Дашков и К^о, 2005. – 494 с.

Галицкий, Е. Б. Маркетинговые исследования. Теория и практики : учеб. / Е. Б. Галицкий, Е. Г. Галицкая. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2015. – 570 с.

Глухов, В. В. Математические методы и модели для менеджмента / В. В. Глухов, М. Д. Медников, С. Б. Коробко. – СПб. : Лань, 2000. – 479 с.

Дик, В. В. Методология формирования решений в экономических системах и инструментальные среды их поддержки / В. В. Дик. – М. : Финансы и статистика, 2001. – 300 с.

Дрогобыцкий, И. Н. Системный анализ в экономике : учеб. пособие / И. Н. Дрогобыцкий. – М. : Финансы и статистика : Инфра-М, 2009. – 512 с.

Литвак, Б. Г. Разработка управленческого решения : учеб. / Б. Г. Литвак. – М. : Дело, 2006. – 440 с.

Литвак, Б. Г. Экспертные технологии в управлении : учеб. пособие / Б. Г. Литвак. – М. : Дело, 2004. – 400 с.

Малин, А. С. Исследование систем управления : учеб. / А. С. Малин, В. И. Мухин. – М. : ГУ ВШЭ, 2005. – 399 с.

Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений : учеб. / А. И. Орлов. – М. : КНОРУС, 2015. – 568 с.

Орлов, А. И. Теория принятия решений : учеб. пособие [Электронный ресурс] / А. И. Орлов. – М. : Март, 2004. – Режим доступа : <http://www.aup.ru/books/m157/>. – Дата доступа : 27.01.2015.

Прогнозирование и планирование социально-экономических процессов : пособие / авт.-сост. Н. Г. Лопухова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2013. – 192 с.

Розен, В. В. Математические модели принятия решений в экономике : учеб. пособие / В. В. Розен. – М. : Университет, 2002. – 288 с.

Светульников, С. Г. Методы маркетинговых исследований : учеб. пособие / С. Г. Светульников. – СПб. : ДНК, 2003. – 352 с.

Системы поддержки принятия решений : учеб. / под ред. В. Г. Халина, Г. В. Черновой. – М. : Юрайт, 2015. – 494 с.

Смирнов, Э. А. Разработка управленческих решений : учеб. / Э. А. Смирнов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 271 с.

Фатхутдинов, Р. А. Разработка управленческого решения : учеб. пособие / Р. А. Фатхутдинов. – М. : Интел-Синтез, 1997. – 208 с.

Фрейдина, Е. В. Исследование систем управления : учеб. пособие / Е. В. Фрейдина. – М. : Омега-Л, 2013. – 365 с.

Юкаева, В. С. Принятие управленческих решений : учеб. / В. С. Юкаева, Е. В. Зубарева, В. В. Чувикова. – М. : Дашков и К°, 2012. – 324 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Пояснительная записка..... | 3 |
| 1. Основные понятия ситуационного анализа..... | 4 |
| 1.1. Предмет и назначение ситуационного анализа..... | 4 |
| 1.2. Ситуационное управление | 5 |
| 1.3. Классификация методов и моделей системного анализа ситуаций .. | 7 |
| 1.4. Основные типы шкал измерения, применяемые при оценке сложных ситуаций | 8 |
| 1.4.1. Шкалы наименований (номинальная и классификационная)..... | 8 |
| 1.4.2. Порядковые шкалы (ранговые) | 10 |
| 1.4.3. Шкала интервалов..... | 11 |
| 1.4.4. Шкалы отношений | 12 |
| 1.4.5. Абсолютная шкала..... | 12 |
| 1.4.6. Выбор шкалы..... | 13 |
| 1.5. Основные этапы формализации процессов принятия решений ... | 13 |
| 2. Методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов | 18 |
| 2.1. Экспертные методы в сложных задачах принятия решений | 18 |
| 2.2. Процедура экспертного оценивания | 20 |
| 2.3. Метод Дельфи | 22 |
| 2.4. Метод мозгового штурма (коллективной генерации идей) | 23 |
| 2.5. Метод сценариев | 24 |
| 3. Принятие решений при различной информированности о проблемной ситуации | 30 |
| 3.1. Особенности математических моделей проблемных ситуаций в зависимости от степени информированности о параметрах ситуаций..... | 30 |
| 3.2. Принятие решений в условиях определенности..... | 31 |
| 3.3. Метод анализа иерархий | 31 |

| | |
|---|----|
| 4. Принятие решений в условиях риска..... | 36 |
| 4.1. Основные подходы к принятию решений в условиях риска | 36 |
| 4.2. Метод последствий событий..... | 37 |
| 4.3. Метод построения дерева решений..... | 37 |
| 4.4. Стохастическое программирование | 38 |
| 4.4.1. Понятие о стохастическом программировании | 38 |
| 4.4.2. Детерминированная постановка задач СТП..... | 41 |
| 4.4.3. Решение задач СТП | 43 |
| 5. Многокритериальные задачи принятия решений | 45 |
| 5.1. Математическая модель многокритериальной оптимизации | 45 |
| 5.2. Оптимальность по Парето..... | 47 |
| 5.3. Метод аддитивной свертки критериев..... | 49 |
| 5.4. Метод мультипликативной свертки критериев..... | 49 |
| 5.5. Метод главного критерия..... | 49 |
| 5.6. Метод последовательных уступок | 50 |
| 5.7. Методы целевого программирования | 51 |
| Список рекомендуемой литературы | 56 |

Учебное издание

СИТУАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

**Пособие
для реализации содержания образовательных
программ высшего образования I ступени**

Автор-составитель
Кравченко Светлана Витальевна

Редактор М. П. Любошенко
Компьютерная верстка И. П. Минина

Подписано в печать 01.03.16. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага типографская №1. Гарнитура Таймс. Ризография
Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 3,50. Тираж 50 экз.
Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Белорусский торгово-экономический

университет потребительской кооперации».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/138 от 08.01.2014.

Просп. Октября, 50, 246029, Гомель
<http://www.i-bteu.by>

БЕЛГОСПСОЮЗ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ»

Кафедра информационно-вычислительных систем

СИТУАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Пособие
для реализации содержания образовательных программ
высшего образования I ступени

Гомель 2016